

### Strömungsmittelgetriebene Handwerkzeugmaschine

Die Erfindung geht aus von einer strömungsmittelgetriebenen Handwerkzeugmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der Patentschrift US 6347985 B 1 ist eine Handwerkzeugmaschine bekannt, die allein über den Saugluftstrom eines Staubsaugers angetrieben wird. Kernstück der bekannten Handwerkzeugmaschine ist eine herkömmliche Pelton-Turbine, die die Saugluft des Staubsaugers zum Drehen der Abtriebsspindel und damit zum Antrieb des Werkzeugs nutzt.

Der Wirkungsgrad der bekannten Handwerkzeugmaschinen mit Axial- und Pelton-turbinen, auch als Widerstandsläufer bezeichnet, die ausschließlich aufgrund des Luftimpulses eine mechanische Leistung an eine Welle abgeben, kann hohe Ansprüche an die Arbeits- und Absaugleistung dieser mit handelsüblichen Staubsaugern betreibbaren Handwerkzeugmaschinen nur bedingt befriedigen.

#### Vorteile der Erfindung

Die Erfindung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass die ohne eigenen Elektromotor, nur mit der Saugluft eines Staubsaugers betriebene als Schleifmaschine ausgestaltete Handwerkzeugmaschine für Ihre Einsatzzwecke einen so hohen Wirkungsgrad hat, dass besonders viel Strömungsenergie der Saug- bzw. Blasluft in mechanische Leistung umsetzbar ist und ein nahezu staubfreies Schleifen, Bohren oder dergl. mit ständigem Abtransport der sich während des Schleifvorgangs bildenden Staubpartikel gesichert ist, so dass hoher Spanabtrag mit hochwirksamer Absaugung des Schleifstaubs vereint ist, kurz, es ist eine besonders vorteilhafte Abart einer Turbine geschaffen, - quasi als Zwitter zwischen klassisch durchströmter Radialturbine und Axialturbine - die als diagonal durchströmte Radialturbine ausgestaltet ist. Sie vereinigt den Vorteil geringen Druckverlustes mit dem Vorteil erhöhter Energieausbeute aus den Luftstrom und bildet deshalb für luftdurchströmte Elektrowerkzeuge einen hocheffektiven Antrieb.

- 2 -

Dadurch, dass ein dem Turbinenrad vorgeschaltetes, feststehendes Vorleitgitter angeordnet ist, das als Lagersitz für ein Drehlager der Achswelle des Turbinenrades dient, übernimmt er eine tragende Funktion der Gehäusestruktur der Handwerkzeugmaschine, wobei damit deren Herstellungskosten besonders niedrig gehalten werden können.

5

Dadurch, dass der Antrieb nur aus leichten Kunststoffteilen besteht, ist die Handwerkzeugmaschine besonders leicht und handlich.

10

Dadurch, dass die Handwerkzeugmaschine mit einem Funkschalter versehen ist, mit dem der Staubsauger ein- und ausschaltbar ist, ist eine bequeme und einfache Bedienung der Handwerkzeugmaschine bzw. des Staubsaugers möglich.

15

Dadurch, dass die Drehzahlregelung für die Handwerkzeugmaschine mittels einer unterschiedlich einstellbaren Luftklappe vorgenommen wird, ist mit einfachen Mitteln eine Anpassung der Maschinendrehzahl an jeweils vorliegende Arbeitsbedingungen einfach und kostengünstig möglich.

20

Dadurch, dass das Gehäuse der Handwerkzeugmaschine aus rohrartigen, miteinander über Flansche verbindbaren Teilen besteht, ist es bei geringem Eigengewicht besonders formsteif und robust.

#### Zeichnung

25

Nachstehend wird die vorliegende Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mit zugehöriger Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 einen Längsschnitt eines Schwingschleifers

Figur 2 einen Längsschnitt der Turbine mit Vorleitgitter zum Antrieb des Schwingschleifers

30

Figur 3 eine Seitenansicht der Turbine gemäß Figur 2

Figur 4 eine Seitenansicht des Turbinenrads der Turbine gemäß Figur 2

Figur 5 einen Längsschnitt des Turbinenrads gemäß Figur 4

Figur 6 eine Seitenansicht der Turbine gemäß Figur 2

- 3 -

Figur 7 eine Unteransicht des Turbinenrads

Figur 8 eine Draufsicht des Vorleitgitters

Figur 9 eine Seitenansicht des Turbinenrads mit eingesetzter Achswelle

Figur 10 eine räumliche Seitenansicht des Turbinenrads schräg von unten und

5 Figur 11 eine räumliche Seitenansicht des Turbinenrads schräg von oben.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

10 Figur 1 zeigt eine Handwerkzeugmaschine 10, die als Schwingschleifer ausgestaltet ist mit Blick auf eine dem Betrachter mit seiner Innenseite zugewandte Gehäuselängsschale 14. Diese bildet mit einer zweiten nicht dargestellten, i.w. symmetrischen Gehäuseschale ein glockenförmiges Gehäuse 12 mit einer Hochachse 13. Das Gehäuse 12 wird aus den beiden Gehäuseschalen mit Schrauben zusammengefügt, die die äußere, nichtdargestellte Gehäuseschale von außen durchtreten, in Schraubdomen 35 drehbar sind und dadurch die 15 beiden Gehäuseschalen an einer Stoßfuge zusammenhalten. Das Gehäuse 12 geht auf seiner Oberseite 20 in einen quer von der Hochachse 13 abstehenden, hohlzylindrischen Handgriff 16 über, der als Saugluftaustritt 18 dient. Auf seiner Oberseite 20 trägt das Gehäuse 12 eine Luftklappe 22, die eine Öffnung 24 zum Strömungskanal 26 im Inneren des Gehäuses 12 zwecks Lufteintrittsregulierung nach Bedarf freigibt oder verschließt. 20 Dazu ist ein Bereich 86 einer Kanalwand 28 nah benachbart zur Öffnung 24 perforiert, so dass die Saugluft im schlauchartigen Strömungskanal 26 mit der Außenluft kommunizieren kann. Die Kanalwand 28 ist durch Tragrippen 30 an den Gehäuseschalen 14 gehalten. Die Tragrippen 30 sind mit Verstärkungsrippen 32 im Inneren der Gehäuseschale 14 und über diese mit der Gehäuseaußenwand bzw. der Gehäuseschale 14 25 verbunden. Dadurch wird der Luftkanal 26 bzw. die Kanalwand 28 versteift und, insbesondere gegen Schwingungen bzw. Resonanzen mit der durchströmenden Saugluft, stabilisiert.

30 Unten endet das Gehäuse 12 in einer geraden, umlaufenden Unterkante 34, die in ihrer senkrechten Projektion nach unten ein Dreieck mit nach außen gewölbten Seiten bildet. Parallel zur Unterkante 34 ist ein Schleifteller 70 angeordnet, der über elastische Schwingkörper 75 mit dem Gehäuse 12 elastisch beweglich verbunden ist. Der Schleifteller 70 steht mit seiner bügeleisenförmigen Grundfläche außen über die dreieckige, senkrecht nach unten projizierte Kontur der Unterkante 34 hinaus und hat auf

seiner Unterseite Haltemittel zur Aufnahme eines nichtdargestellten Schleifblatts. Er ist über eine Achswelle 72 und einen an dessen Ende drehfest sitzenden nicht näher bezeichneten Exzenter orbital antreibbar, so dass jeder Punkt des Schleiftellers und damit jedes einzelne Schleifkorn des Schleifblatts kleine Kreise beschreibt, das typische Schliffbild eines Orbital-Schwingschleifers.

Die Achswelle 72 wird über ein Turbinenrad 38 einer lufttreibbaren Turbine 36 drehend mitgenommen und ist im Gehäuse 12 bzw. im Vorleitgitter 74 über ein oberes und ein unteres Wälzlager 64, 66 drehbar gelagert und greift mit ihrem unteren Ende in ein drittes Wälzlager 68, das mit seinem Außenring drehfest im Schleifteller 70 sitzt. Zwischen dem unteren und dem dritten Wälzlager 66, 68 ist die Achswelle 72 drehfest mit einer Ausgleichsmasse 78 verbunden, die als Unwuchtausgleich dient, um Schwingungen des exzentrisch bewegten Schleiftellers 70 vom Gehäuse 12 fernzuhalten.

Die Ausgleichsmasse 78 trägt auf ihrer oberen, dem Vorleitgitter 74 zugewandten Seite ein nach oben hervorstehendes Ringprofil 80. Dieses wird oben von einer Ringnut 82 mit einem geringem Abstand umgriffen, die in der eng benachbarten Unterseite des Vorleitgitters 74 angeordnet ist und mit dem Ringprofil 80 gemeinsam eine untere, mäanderförmige Labyrinthdichtung 84 bildet. Diese verhindert, dass durch den Unterdruck in den Hohlräumen im Inneren der Handwerkzeugmaschine 10, insbesondere zwischen der Ausgleichsmasse 78 und dem Vorleitgitter 74, Staub und Späne in den Spalt bzw. zum unteren Lager 66 bewegt werden so dass dieses langfristig unbeeinträchtigt bleibt.

Der Achswelle 72 wird vom Turbinenrad 38 mittig drehfest umgriffen, wobei eine innige formschlüssige Verbindung zwischen den beiden Teilen mittels einer Rändelung 73 in einem definierten Umfangsbereich etwa in der Mitte der Achswelle 72 hergestellt ist, in deren Vertiefungen der beim Gießprozeß flüssige Kunststoff eintritt und damit die Verbindung bewirkt.

Das Turbinenrad 38 hat eine glockenförmige Außenkontur, wobei sich an die Unterkante 34 axial nach unten ein im Gehäuse 12 drehfestgehaltenes bzw. zwischen den Gehäuseschalen 14 einklemmbares Vorleitgitter 74 mit Gitterschaukeln 75 anschließt. Die Gitterschaukeln 75 sind wie die Radschaukeln 42 des Turbinenrads 38 als auf ihrer Schmalseite stehende Kunststoffstreifen ausgestaltet. Das als kurzer Kegelstumpf

ausgestaltete Vorleitgitter 74 wird außen durch das ebenfalls im Gehäuses 12 drehfestgelegte Turbinengehäuse 60 im Abstand der Höhe der Gitterschaufeln 75 zumindest teilweise übergriffen, so dass damit eine untere Fortsetzung des ringförmiger Strömungskanals 49 des Turbinenrads 38 gebildet wird, durch den die Saugluft gezogen bzw. geleitet wird. Über die Gitterschaufeln 75 wird die von unten einströmende Saugluft zum Antrieb des Turbinenrades 38 in dessen Strömungsrichtung bzw. die des Strömungskanals 49 bzw. der Radschaufeln 42 des Turbinenrads 38 gelenkt und entwirbelt, so dass dadurch der, insbesondere eingangsseitige, Wirkungsgrad der Turbine 36 erheblich verbessert wird. Das Vorleitgitter 74 bildet mit einer zentralen Ausnehmung 76 auf seiner Unterseite einen Lagersitz für ein Lager 66 des unteren Bereichs der Achswelle 72, das diese im Gehäuse 12 festgelegt und führt.

Figur 2 zeigt einen Längsschnitt des Turbinenrads 38 mit dem sich axial unten anschließenden, im Gehäuse 12 feststehenden Vorleitgitter 74 als Einzelheit, die zusammengebaut in Figur 1 gezeigt sind. Dabei ist – ähnlich wie der Preßkörper einer Zitronenpresse – ein kegelstumpffartiger nach außen gewölbter Tragkegel 48 erkennbar, der außen eine Vielzahl von Radschaufeln 42 trägt, die die Gestalt mit ihrer Schmalseite auf dem Tragkegel 48 stehend angeordneter, flacher Kunststoffstreifen haben und deren Höhe graduell in Richtung zur – virtuellen – Kegelspitze zunimmt. Über die Radschaufeln 42 ist ein zum Tragkegel 48 bzw. den Oberkanten der Radschaufeln 42 etwa parallel verlaufender Deckkegel 44 gefügt. Dadurch wird zwischen dem Trag- und dem Deckkegel 48, 44 ein im Querschnitt ringförmiger Strömungskanal 49 gebildet. Dieser wird durch die Radschaufeln 42 in eine Vielzahl gewundener Einzelkanäle aufgeteilt, in denen die Saugluft zum Antrieb der Turbine 36 mit besonders geringem Strömungswiderstand fließen kann. Der untere Rand des Tragkegels 48 ist etwa unter 45° Winkel zur Kegelachse geneigt und verläuft nicht wie bei herkömmlichen Radialturbinen um etwa 90° quer zur Kegelachse abgewinkelt. Bei einem besonders günstigen Ausführungsbeispiel der Turbine 36 beträgt der Einströmwinkel der Schaufel 40° und ihr Ausströmwinkel 30°. Ein Bewegungspfeil 62 zeigt, dass die an der Radschaufel 42 entlangfließende Luft um 45° umgelenkt ist, gemessen zur Achse 40, wobei die Umlenkung quer zur Zeichenebene noch nicht berücksichtigt ist.

- 6 -

Der Deckkegel 44 grenzt oben im Bereich der virtuellen Kegelspitze 46 mit einem minimalen Abstand an die Kanalwand 28 des Luftkanals 26, durch den die Saugluft strömungsgünstig zur Unterdruckquelle bzw. zum Staubsauger hin geführt wird.

5 Der Tragkegel 48 bzw. Kegelstumpf des Turbinenrads 38 wird von einem zentralen Hohlzylinder 54 zur Aufnahme des Achsbolzens 72 durchdrungen. Der Hohlzylinder 54 bildet oben im Bereich einer virtuellen Kegelspitze einen überstehenden, ringartigen Kragen 52. Dadurch erreicht der Hohlzylinder 54 eine derartige Länge, dass der Achswelle 72 bei definiertem axialem Überstand und definiertem Bereich seiner  
10 Rändelung 73 gegenüber dem Turbinenrad gesichert mit dieser Rändelung 73 im Inneren des Hohlzylinders 54 positioniert ist und von diesem umgriffen wird, so dass eine sichere Drehfestlegung zwischen dem Turbinenrad 38 und dem Achswelle 72 erreicht wird.

Der sich in Richtung virtueller Spitze hin zunehmend konkav wölbende,  
15 kegelstumpffartige Deckkegel 44 trägt im unteren Drittel seiner Höhe auf seiner Außenseite einen ringförmigen Dichtwulst 56. Dieser ist zum axialen Eingriff in eine übergreifende Ringut 57 vorgesehen, die auf der dem Turbinenrad 38 zugewandten Innenseite des schalenartigen Turbinengehäuses 60 angeordnet ist durch Übergriff des Dichtwulstes 56 als obere Labyrinthdichtung 51 fungiert, und Druckverluste im Inneren  
20 der Turbine 36 verhindert und damit deren Wirkungsgrad erheblich steigert.

Zum Betreiben der Handwerkzeugmaschine 10 wird am Saugluftaustritt 18 Luft abgesaugt und strömt durch Absauglöcher 71 im Schleifteller 70 und zwischen der  
25 Oberseite des Schleiftellers 70 und der Gehäuseunterkante 34 von außen nach. Die von außen angesaugte Luft gelangt in den Ringkanal 49 des Vorleitgitters 74 und weiter in den des Turbinenrads 38.

Der Kontakt des Radialturbinenrads 38 und des Vorleitgitters 74 mit abrasiver, staubhaltiger Luft kann dort zu einem Abschleif- und Staubanlagerungseffekt führen, der  
30 die Leistung des Antriebs und dessen Lebensdauer beeinträchtigen kann. Um dem zu begegnen, sind die saugluftberührten Flächen insbesondere durch geringe, regelmäßige golfballartige Vertiefungen so strukturiert, dass sie einen kleinen Strömungswiderstand bei erhöhter Oberflächenfestigkeit haben.

- 7 -

Die in Figur 3 gezeigte Seitenansicht der Turbine 36 gemäß Figur 2 läßt als Einzelheit besonders klar das Turbinengehäuse 60 erkennen, das drehfest im Gehäuses 12 gehalten und an Stützrippen 30 arretiert bzw. geklemmt das Vorleitgitter 74 und das Turbinenrad 38 dicht übergreift, insbesondere die schon vorstehend erläuterte, obere Labyrinthdichtung 51 bildet.

Die in Figur 4 gezeigte Seitenansicht des Turbinenrads 38 als Einzelheit läßt unten die nach vorne gezogenen Vorderkanten der Radschaufeln 42 erkennen und der in Figur 5 gezeigte Längsschnitt des Turbinenrads 38 gemäß Figur 4 verdeutlicht nochmals die zur Figur 2 erläuterten Einzelheiten.

Figur 6 zeigt eine Seitenansicht des Turbinenrads 38 mit Vorleitgitter 74, wobei die Gitterschaufeln 75 in ihrem Schrägverlauf auf dem gewölbten Tragring 77, außen gehalten vom Stützring 79, erkennbar sind.

Figur 7 zeigt eine Unteransicht des Turbinenrads 38, wobei der Stützring 88, die inneren Stützrippen 92 und äußeren Stützrippen 90 sichtbar sind und dass deren Wandstärke in Betrachtung radial von innen nach außen zunehmend geringer wird – für gießtechnische Vorteile.

Figur 8 zeigt eine Draufsicht des Vorleitgitters 74 mit Blick auf den inneren Tragring 77, die Gitterschaufeln 75 mit einem Eintrittswinkel von 78 ° und den äußeren Stützring 79.

Figur 9 zeigt eine Seitenansicht des Turbinenrads 38 mit eingesetzter Achswelle 72, wobei die Rändelung 73 hervorgehoben ist.

Figur 10 zeigt eine räumliche Seitenansicht des Turbinenrads 38 ohne Deckkegel 44 schräg von unten, wobei der Verlauf der Radschaufeln 42 auf dem Tragkegel 48 und unten der Stützring 88, die inneren äußeren Stützrippen 90, 92 und deren unterschiedliche Wandstärke erkennbar sind.

Figur 11 zeigt eine räumliche Seitenansicht des Turbinenrads 38 schräg von oben ohne Deckkegel 44 schräg von oben, wobei der Verlauf der Radschaufeln 42 auf dem Tragkegel 48 besonders deutlich erkennbar sind..

Bei einem nichtdargestellten Ausführungsbeispiel der Handwerkzeugmaschine - ähnlich den vorhergehenden Ausführungsbeispielen - trägt deren Gehäuse einen Funkschalter, der mit einem dem Staubsauger zugeordneten Gegenschalter kommuniziert und mit dem das Ein- und Ausschalten des Staubsaugers und damit der Handwerkzeugmaschine bequem und kostengünstig gelöst ist.

Die Luft, die die Handwerkzeugmaschine 10 durchströmt, strömt nicht wie bei einer klassischen Radialturbine rein radial nach innen bevor sie in der Turbine 36 wieder axial umgelenkt wird, sondern strömt sowohl im Vorleitgitter als auch in der Radialturbine unter etwa 45 Grad Winkel zur Rotationsachse (siehe Bild 3 und 4). Diese Schräganströmung hat den Vorteil, dass der Wirkungsgrad der Turbine deutlich gesteigert ist, da der Druckverlust innerhalb der Turbine 36 und des Vorleitgitters 74 minimiert wird. Der Einstromwinkel der Schaufel beträgt 60° und der Ausströmwinkel 30° um auch die Ausströmverluste so gering wie möglich zu halten. Die Winkel für den Einstrombereich können zwischen 0° und 70° variieren und die Winkel im Auslassbereich können zwischen 10 und 60° variieren. Die Wahl der Winkel hängt sowohl von der Luftmenge als auch von der erwarteten Drehzahl ab. Das Vorleitgitter 74 hat die Aufgabe, der Luftströmung einen möglichst großen Vordrall aufzuprägen, und besitzt aus diesem Grund Gitterschaufeln 75 mit einem Austrittswinkel von 78° (Figur 8). Um die Luftgeräusche zu minimieren sind die Radschaufeln 42 des Turbinenrads 38 am Tragkegel 48 etwas nach vorne und im Gegensatz dazu die Gitterschaufeln 75 etwas nach hinten gezogen (Figur 4 und 6). Damit werden Pfeifgeräusche zwischen den Rad- und den Gitterschaufeln 42, 75 unterbunden, da diese mit einem Abstand von nur 0.5 mm aneinander vorbei streichen und wirkungsvoll 'verschmiert'. Der geringe Abstand zwischen Vorleitgitter 74 und Turbine 36 ist notwendig, damit die Turbine 36 ideal angeströmt werden kann. Ein zusätzlicher Stützring 88 zwischen den Stützrippen 90 an der Unterseite des Tragkegels 48 verhindert eine stark schwankende und unkontrollierte Leerlaufdrehzahl der Turbine, die sehr hohen Werte (> 20 000 U/min) annehmen kann, da ein Lüftereffekt durch rein radial angeordnete Rippen damit nicht auftreten kann. Der Stützring 88 und die Stützrippen 90 sind von radial innen nach außen zunehmend dünner dimensioniert, damit beim Spritzgießen der Werkstoff rasch und mit geringem Widerstand von innen nach außen fließen und alle Hohlräume der Gießform ausfüllen kann.



- 9 -

5       Der zusätzliche Kragen 52 am Innenring des Turbinenrads 38 ist notwendig, damit die  
eingelegte bzw. umspritzte Achswelle 72 mittig gerändelt werden kann. Bei gerändelten  
Wellen ist bei der Fertigung darauf zu achten, dass diese möglichst symmetrisch bleiben  
und damit ein verkehrtes Einlegen nicht vorkommen kann (Fig. 1, 9, 10, 11). Das untere  
Lager 66 wird aus Platzgründen direkt in das Vorleitgitter 74 integriert und erlaubt eine  
flache Bauweise der Handwerkzeugmaschine 10.

10       Den zuvor aufgeführten einzelnen Merkmalen wird eine erfinderische Qualität  
zugeordnet, da sie gemeinsam zu den besonderen Vorteilen der Lösung beitragen.

## Ansprüche

1. Handwerkzeugmaschine mit einem Gehäuse (12) und einem daran drehend und/oder schwingend antreibbar angeordneten Werkzeug (70), das mittels eines Saugluftstromes, insbesondere mit einem Staubsauger, bestimmungsgemäß betreibbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass als Antrieb eine Turbine (36) mit Turbinenrad (38) dient, die mit Mitteln zum Beruhigen der ein- bzw. ausströmenden Luft, insbesondere mit Vorleitgitter (74) - und/oder Nachleitgitter, versehen ist, wobei der das Turbinenrad (38) anströmende Luftstrom in einem spitzen Winkel zur Hochachse (40) des Turbinenrads (38), insbesondere unter 50° weitergeführt bzw. umgelenkt wird.

2. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinenrad (38) durch eine Labyrinthdichtung (51) versehen ist, die die Turbine (36) vor Druckverlust schützt.

3. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorleitgitter (74) als Lagersitz (76) für ein Lager (66) der Achswelle (72) dient.

4. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Ausgleichsmasse (78) aufweist, die gemeinsam mit Strukturen (80, 82) des Vorleitgitter (74) eine Labyrinthdichtung (84) bildet.

5. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorleitgitter (74) so in die Struktur des Gehäuses (12) eingebaut ist, dass es dieses versteift.

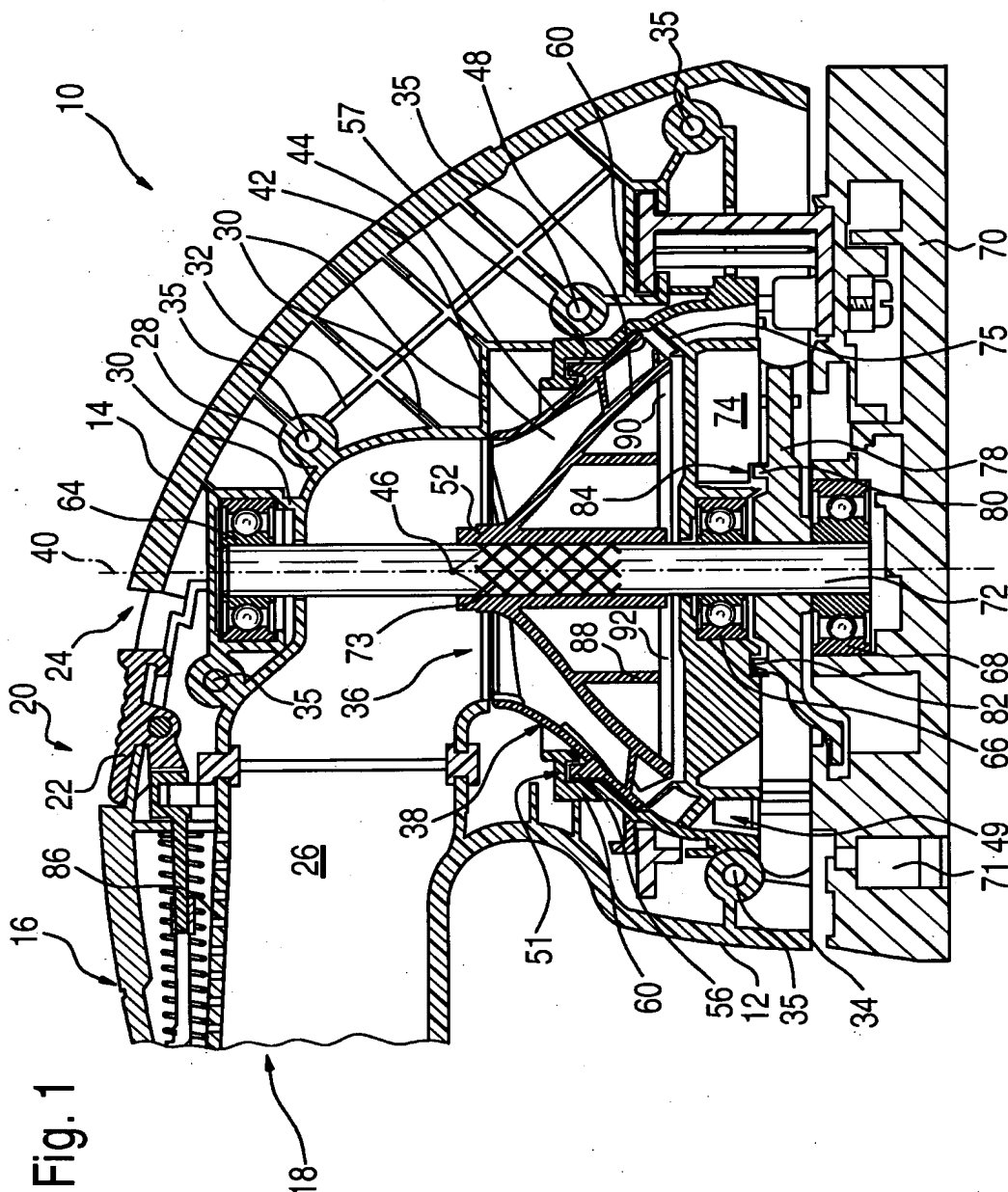
6. Handwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft zum Antrieb des Turbinenrads (38) radial außen an dieses herangeführt wird und sodann radial schräg nach innen vom äußeren Rand des Turbinenrades (38) abgesaugt wird.

7. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (12) einen Funkschalter trägt, mit dem ein dem

- 11 -

Staubsauger ein- bzw. ausschaltender Gegenschalter betätigbar ist und damit zugleich die Handwerkzeugmaschine ein- bzw. ausschaltbar ist.

- 5 8. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Flächenschleifmaschine, insbesondere als Schwingschleifer, ausgestaltet ist.



2 / 6

Fig. 2

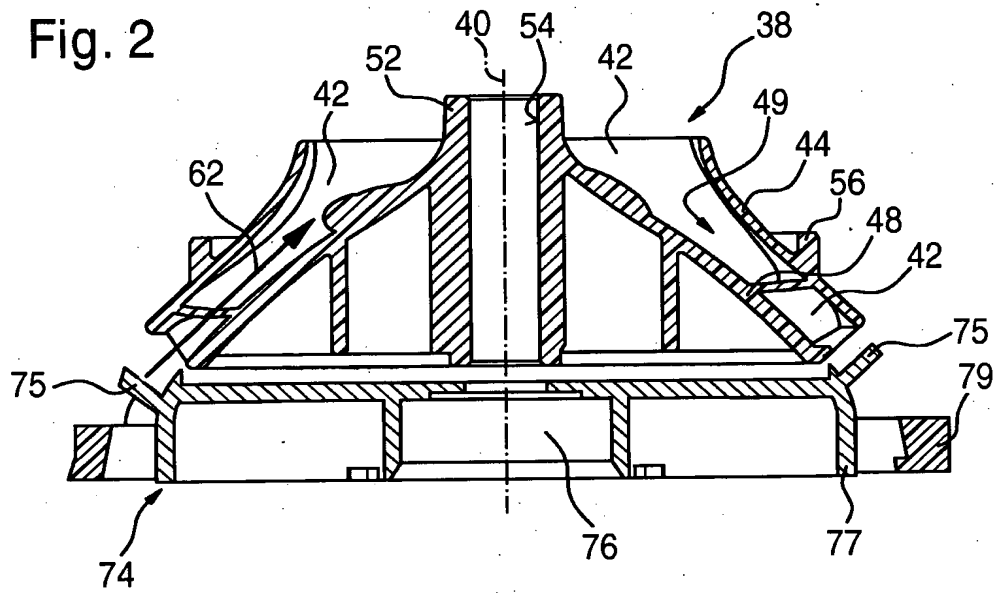
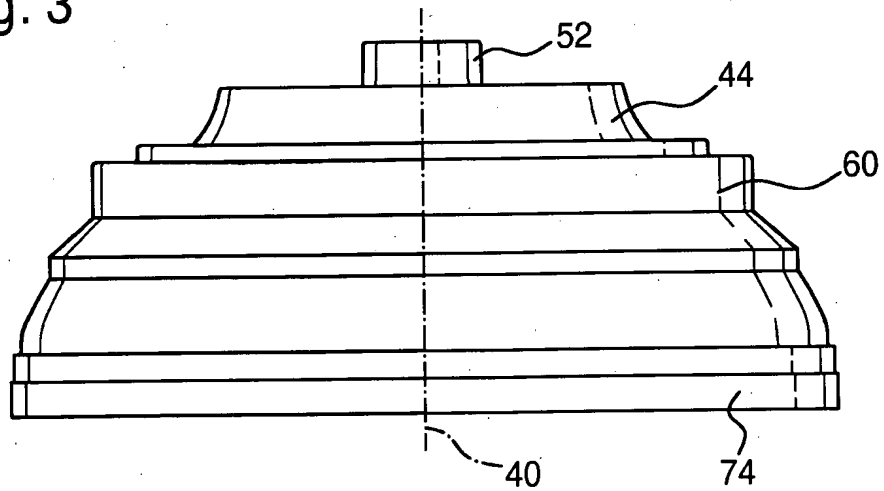
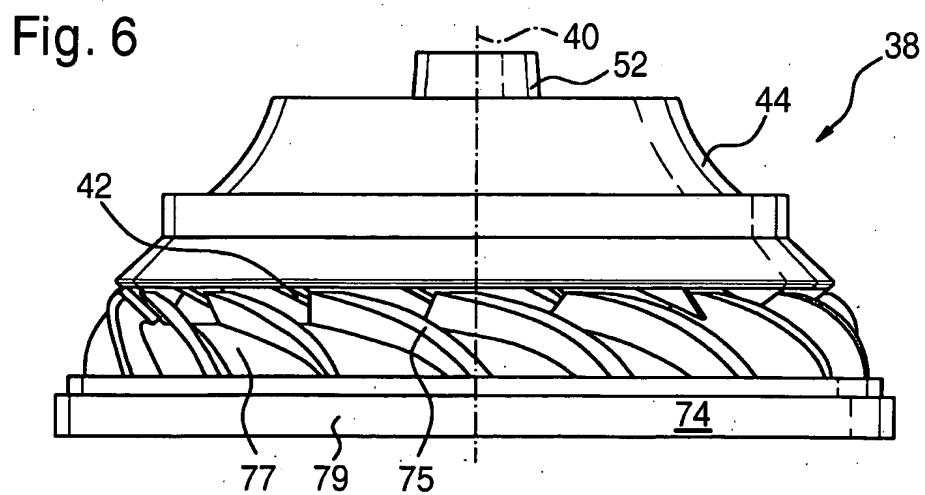
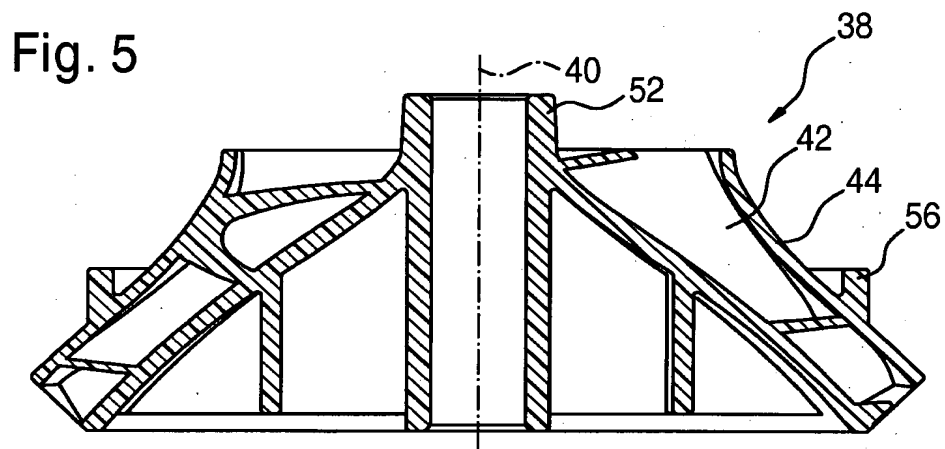
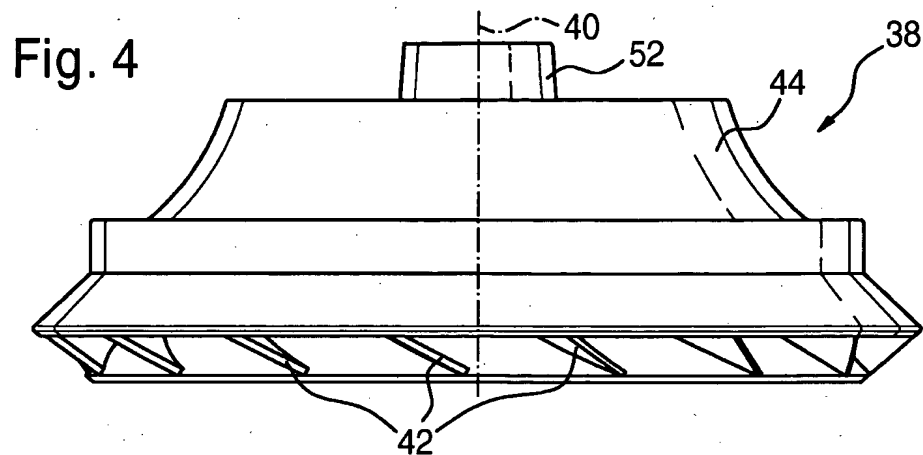


Fig. 3



3 / 6



4 / 6

Fig. 7

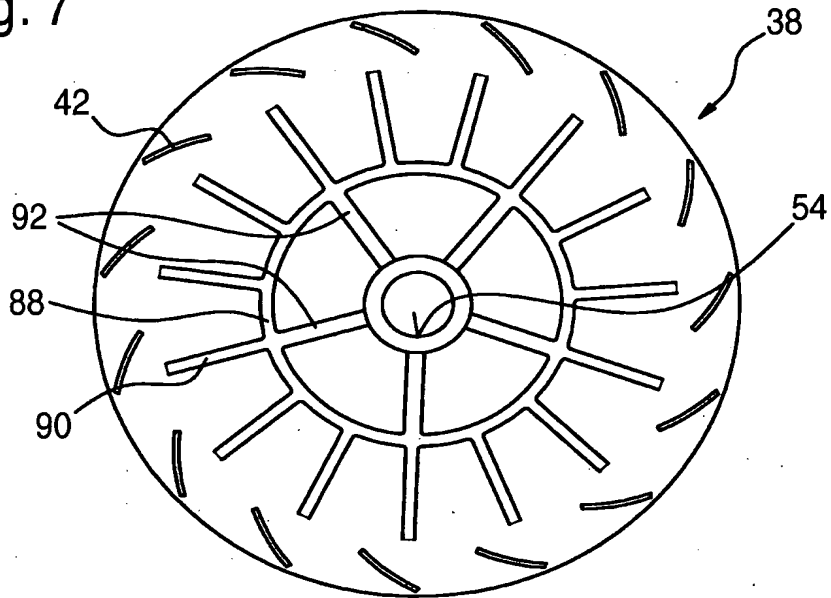
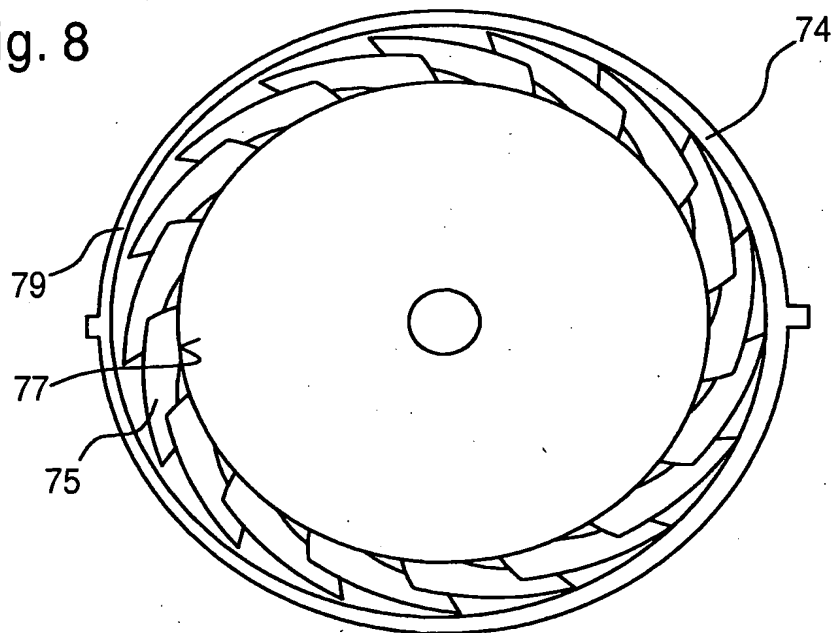
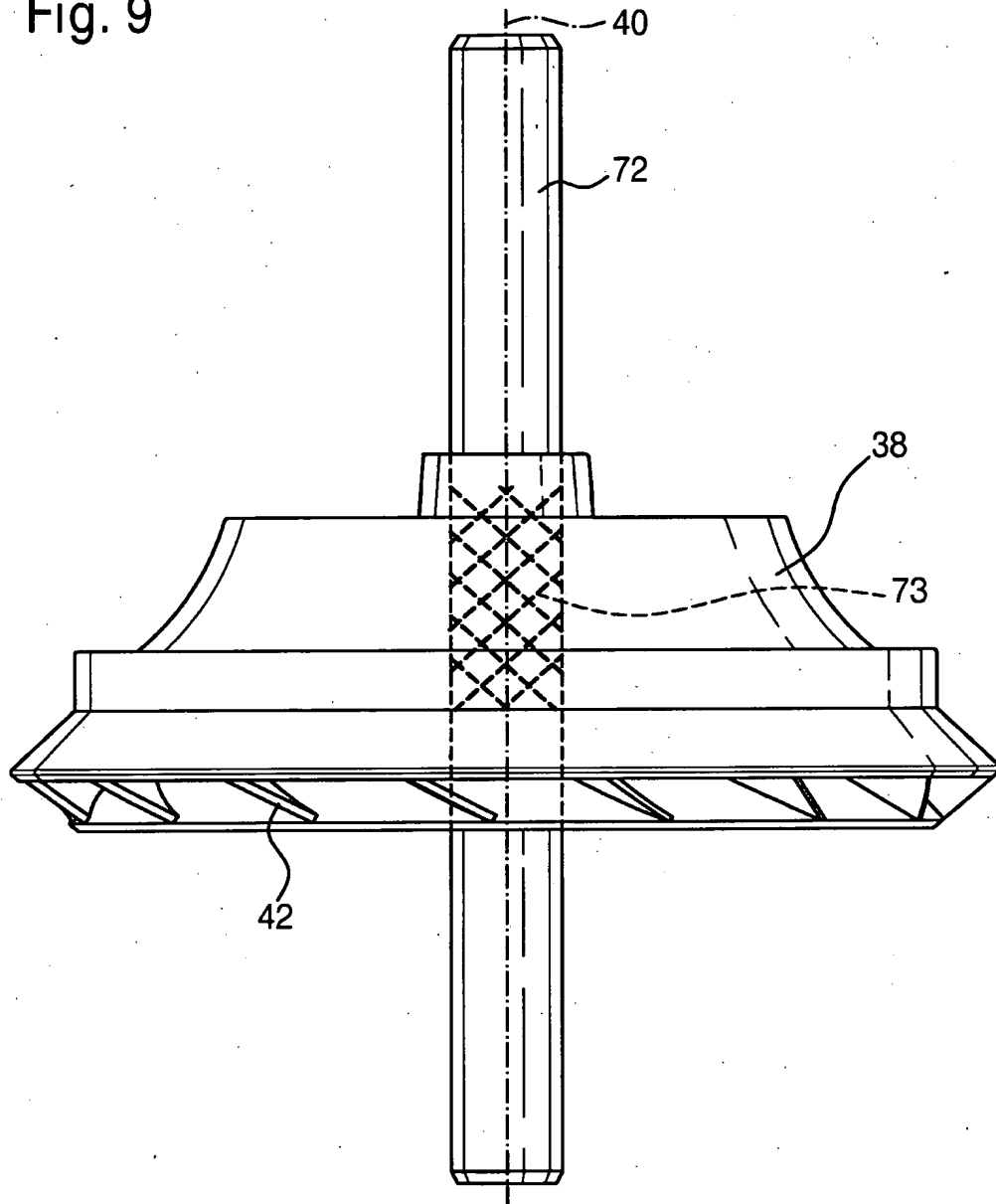


Fig. 8



5 / 6

Fig. 9





6 / 6

Fig. 10

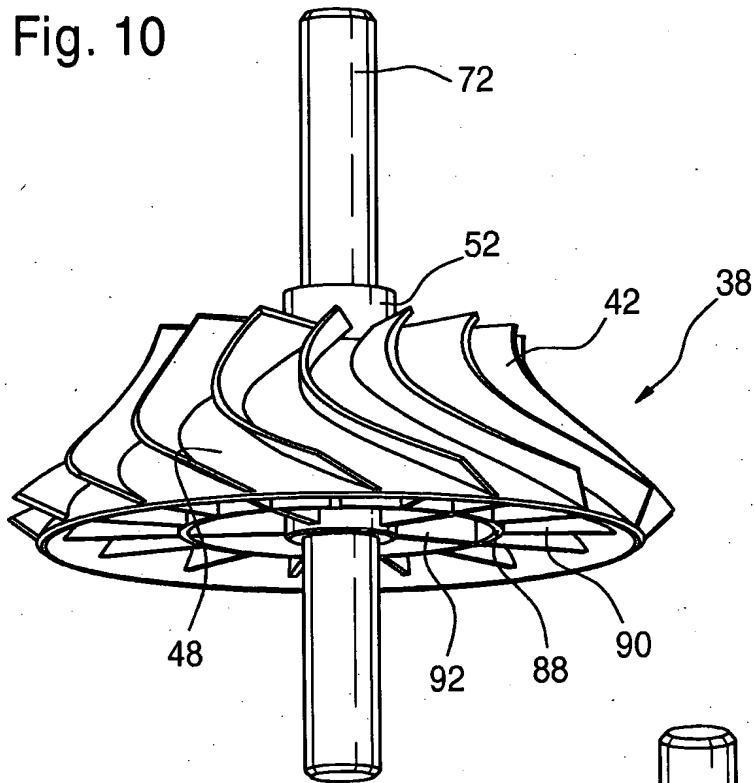


Fig. 11

